

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-314822

(43)Date of publication of application : 08.11.1994

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

G02F 1/1343

H01L 21/324

(21)Application number : 05-124890

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

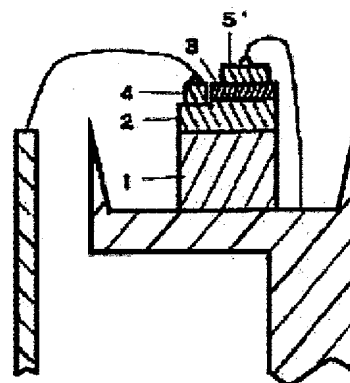
(22)Date of filing : 28.04.1993

(72)Inventor : YAMADA MOTOKAZU  
SENOO MASAYUKI  
NAKAMURA SHUJI**(54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND ELECTRODE FORMATION THEREOF****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To improve efficiency of outside quantum of a light emitting element and to make a gallium nitride compound semiconductor layer side a light emitting observation surface by forming a translucent electrode formed of metal in a surface of a gallium nitride compound semiconductor layer doped with p-type dopant.

**CONSTITUTION:** A wafer which is formed by laminating a buffer layer formed of GaN, an n-type GaN layer 2 and an Mg doped p-type GaN layer 3 on a sapphire substrate one by one is prepared and the n-type GaN layer 2 is exposed by etching the p-type GaN layer 3. Then,  $0.03 \mu\text{m}$ -thick Ni is deposited on the p-type GaN layer 3 and  $0.07 \mu\text{m}$ -thick Au is deposited on the Ni. Furthermore, Al is deposited also on the exposed n-type GaN layer 2.

After deposition, the wafer is annealed at  $500^\circ\text{C}$  for 10 minutes to acquire an alloy of Ni and Au and a translucent property. The wafer is cut to a chip  $350 \mu\text{m}$  square and is mounted on a cup-shaped lead frame as a light emitting diode.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2803742号

(45) 発行日 平成10年(1998) 9月24日

(24) 登録日 平成10年(1998) 7月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

21/324

F I

H 0 1 L 33/00

21/324

C

E

D

請求項の数 3 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-124890

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 4 月 28 日

(65) 公開番号 特開平6-314822

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 11 月 8 日

審査請求日 平成 7 年 (1995) 12 月 15 日

(73) 特許権者 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜

化学工業株式会社内

(72) 発明者 妹尾 雅之

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜

化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜

化学工業株式会社内

審査官 杉山 輝和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその電極形成方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mgがドーピングされたp型Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>層のほぼ全面に、オーミック接触が得られると共に、膜厚0.001μm以上、0.2μm以下の金属よりなる透光性の電極が形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記金属はCr、Ni、Au、Ti、Ptより選択された少なくとも2種を含む合金であることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 MgをドーピングしたGa<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>層に、0.001μm以上、0.2μm以下の膜厚で金属を蒸着した後、500℃以上でアニーリングすることにより、前記金属を透光性にすると共に、前記窒化ガリウム系化合物半導体と前記金属とをオーミック接触させることを特徴

2

とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はIn<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub> (0≤x<1、0≤y<1)で表される窒化ガリウム系化合物半導体を具備する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と、その発光素子の電極形成方法に係り、特にp型ドーパントがドーピングされた窒化ガリウム系化合物半導体表面の電極と、その電極形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>、GaAlN、InGa<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>、InAlGa<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>等の窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子が注目されている。その窒化ガリウム系化合物半導体は一般にサファイア基板の上に成長される。サ

3

ファイアのような絶縁性基板を用いた発光素子は、他のGaAs、GaAlP等の半導体基板を用いた発光素子と異なり、基板側から電極を取り出すことが不可能であるため、半導体層に設けられる正、負、一対の電極は同一面側に形成される。特に窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の場合、サファイアが透光性であるため、電極面を下にして、サファイア基板側を発光観測面とすることが多い。

【0003】窒化ガリウム系化合物半導体を発光チップとする従来の一発光素子の構造を図1に示す。サファイア基板1の上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層2（以下、n型層2という。）とp型ドーパントがドーパされた窒化ガリウム系化合物半導体層3（以下、p型層3という。）とが順に積層され、さらにp型層3の一部をエッチングして、n型層2を露出させ、n型層2に負電極としてn型電極4、p型層に正電極としてp型電極5を形成した後、電極面を下にしてリードフレーム7にそれぞれの電極がまたがるようにして載置している。なお電極4、5とリードフレーム7とは半田、銀ペースト等の導電性材料6で電気的に接続されている。この図に示すように従来の発光素子は、p型電極4をp型層表面のほぼ全面に形成することにより電流を均一に広げることができ、均一な発光が得られる反面、発光がp型電極5で遮られ、外部量子効率が悪くなるため、発光をできるだけ有効に外部に取り出す目的で透光性基板であるサファイア1を発光観測面としている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構造の発光素子は、両リードフレーム7間の間隔を狭くすることが困難であるため、チップサイズが約1mm以上と大きくなるため、一枚あたりのウエハーからとれるチップ数が少なくなるという欠点がある。また、リードフレーム間の非常に細かい位置設定、窒化ガリウム系化合物半導体の精巧なエッチング技術等を必要とするため、歩留が上がりず量産性に乏しいという欠点もある。窒化ガリウム系化合物半導体以外の半導体材料を用いた発光素子のように、基板側を下にしてn型電極、p型電極の両電極を上から取り出すことができれば、チップサイズを小さくできると共に、発光素子の生産性、信頼性を格段に向上させることができる。そのためには、p層3に形成する電極を透光性にして、窒化ガリウム系化合物半導体層内部の発光を遮らないようにする必要がある。

【0005】従って本発明はこのような事情を鑑みなされたもので、その目的とするところは最上層であるp層に形成する電極を透光性にして、発光素子の外部量子効率を向上させると共に、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面として、上から電極を取り出すことにより、発光素子の生産性を向上させることにある。

#### 【0006】

4

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、Mgがドーパされたp型GaN層のほぼ全面に、オーミック接触が得られると共に、膜厚0.001 $\mu$ m以上、0.2 $\mu$ m以下の金属よりなる透光性の電極が形成されていることを特徴とする。また本発明の発光素子の電極形成方法は、MgをドーパしたGaN層に、0.001 $\mu$ m以上、0.2 $\mu$ m以下の膜厚で金属を蒸着した後、500℃以上でアニーリングすることにより、前記金属を透光性にすると共に、前記窒化ガリウム系化合物半導体と前記金属とをオーミック接触させることを特徴とする。

【0007】本発明の方法において、p層に蒸着する金属には、例えばAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiの電極材料を使用することができ、特に好ましいオーミック接触が得られる材料としてCr、Ni、Au、Ti、Ptの内の少なくとも2種類を含む合金を使用することが好ましい。また、金属を蒸着するにあたり、蒸着膜厚は特に問うものではないが、蒸着後500℃以上のアニーリングを行った後、その金属電極の膜厚が0.001 $\mu$ m～1 $\mu$ mの範囲になるように蒸着することが好ましい。前記アニーリングにより、蒸着された金属はp層内部に拡散すると共に、一部外部に飛散して膜厚が薄くなる。アニーリング後に最終的な電極膜厚を0.001 $\mu$ m～1 $\mu$ mの範囲に調整することにより、電極を好ましく透光性とすることができる。1 $\mu$ m以上で形成しても特に支障はないが、電極が次第に金属色を帯びてくる傾向にあり透光性が悪くなる。電極は前記範囲内で薄いほど好ましいが、あまり薄くしすぎると接触抵抗が大きくなる傾向にあるため、0.01 $\mu$ m～0.2 $\mu$ mの範囲がさらに好ましい膜厚である。

【0008】アニーリングは500℃以上で行う必要がある。なぜなら、この温度以下であると、金属電極とp層とのオーミック接触が得られにくく、金属電極も透光性になりにくいからである。温度の上限は特に限定しないが、窒化ガリウム系化合物半導体が分解する温度以下（1100℃前後）で行うことは当然である。

#### 【0009】

【作用】本発明の一実施例により形成された透光性電極を具備する発光素子の構造を図2に示す。p層3の上に透光性電極5'が形成されているため、従来のようにサファイア基板1を発光観測面とせず、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とすることができる。さらに、窒化ガリウム系化合物半導体以外の発光素子の集光手段として一般に用いられているカップ形状のリードフレームが使用でき、集光性能が格段に向上する。さらに、一つのリードフレーム上に1チップが載置できるため、チップサイズをリードフレームの大きさに合わせて小さくできるという利点を有する。さらにまた、この図に示すように透光性電極5'の上にワイヤーボンディング用の電極を設けることによって、上（発光観測面）側

から電極を取り出すことができるため生産性も格段に向上する。

#### 【0010】

##### 【実施例】

【実施例1】 サファイア基板上にGa<sub>2</sub>Nよりなるバッファ層と、n型Ga<sub>2</sub>N層と、Mgドープp型Ga<sub>2</sub>N層とを順に積層したウエハーを用意する。次に前記p型Ga<sub>2</sub>N層の上に所定の形状のマスクを形成した後、p型Ga<sub>2</sub>N層をエッチングしてn型Ga<sub>2</sub>N層を露出させる。

【0011】 次にp型Ga<sub>2</sub>N層の上に電極形成用のマスクを形成し、蒸着装置にてp型Ga<sub>2</sub>N層の上にNiを0.03μmと、Niの上にAuを0.07μmの厚さで蒸着する。なお露出したn型Ga<sub>2</sub>N層の上にもAlを蒸着する。

【0012】 蒸着後、アニーリング装置で、ウエハーを500℃で10分間アニーリングすることによりNiとAuとを合金化すると共に、透光性にする。アニーリング後ウエハーを取り出すと、p型Ga<sub>2</sub>N層の電極膜厚は0.07μmであり、透光性となっていた。以上のようにして得られたウエハーを350μm角のチップに切断し、図2に示すようなカップ形状のリードフレーム上に載置し、発光ダイオードとしたところ、発光出力は20mAにおいて80μW、順方向電圧は4Vであった。しかも2インチφのウエハーからおおよそ16000個のチップが得られ、得られたチップを具備する発光ダイオードから接触不良によるものを取り除いたところ、歩留95%以上であった。

【0013】 【実施例2】 アニーリング温度を600℃とする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚はほぼ同一で同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0014】 【実施例3】 p型Ga<sub>2</sub>N層の上に蒸着する金属をCr0.5μm、Ni0.5μmとする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚は0.7μmで同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0015】 【実施例4】 p型Ga<sub>2</sub>N層の上に蒸着する

金属をPt0.01μm、Ti0.1μmとする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚は0.07μmで同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0016】 【比較例】 実施例1のウエハーのサファイア基板側を上にして、図1に示すような形状のリードフレーム上に載置しようとしたところ、チップサイズは最小でも1mm角にしか切断できなかった。次にその1mm角のチップを2つのリードフレームにまたがるように載置し、電極を接続して発光ダイオードとしたところ、20mAにおける発光出力は40μWと、横方向の発光が十分取り出されておらず、また同じく2インチφのウエハーからチップが2000個しか得られず、得られたチップを具備する発光ダイオードから接触不良によるものを取り除くと、歩留は60%でしかなかった。

#### 【0017】

【発明の効果】 以上説明したように本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p層にオーミック接触が得られる金属よりなる透光性の電極を形成しているため、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とすることができる。このことにより、発光素子の外部量子効率を低下させることなく、発光を取り出すことができる。しかも前記したように1チップサイズを小さくできるため、生産性が格段に向上し、さらにまたカップ形状のリードフレームを使用することも可能となるため、生産コストを下げ、歩留も向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

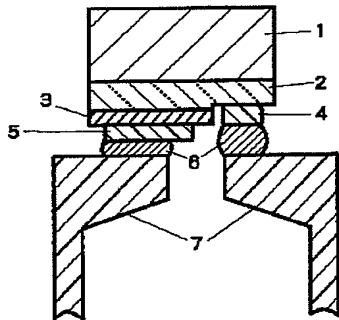
【図1】 従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の一構造を示す模式断面図。

【図2】 本発明の一実施例による窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す模式断面図。

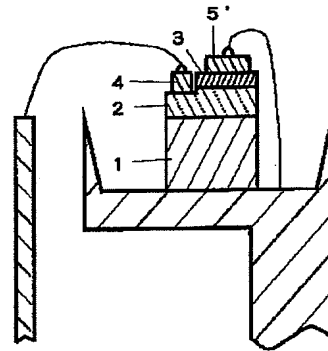
#### 【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2・・・n型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 3・・・p型ドーパントドーパ窒化ガリウム系化合物半導体層
- 4・・・n型電極
- 5'・・・透光性電極

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)

H01L 33/00

H01L 21/324

JICSTファイル(JOIS)